



(11) **EP 3 620 660 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**11.03.2020 Patentblatt 2020/11**

(51) Int Cl.:  
**F04D 19/04<sup>(2006.01)</sup> F04D 27/00<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **19190282.4**

(22) Anmeldetag: **06.08.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(71) Anmelder: **PFEIFFER VACUUM GMBH  
35614 Asslar (DE)**

(72) Erfinder: **Stammler, Herbert  
35396 Gießen (DE)**

(74) Vertreter: **Manitz Finsterwald  
Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB  
Martin-Greif-Strasse 1  
80336 München (DE)**

(54) **VAKUUMGERÄT**

(57) Ein Vakuumgerät, insbesondere eine Vakuumpumpe, umfasst eine Gerätekomponente und eine elektronische Einrichtung zur Steuerung und/oder Regelung der Gerätekomponente. Die Gerätekomponente weist einen digitalen komponentenspezifischen Daten-

satz auf. Die elektronische Einrichtung ist mit der Gerätekomponente verbunden und eingerichtet, den komponentenspezifischen Datensatz der Gerätekomponente auszulesen.

**EP 3 620 660 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Vakuumgerät, insbesondere eine Vakuumpumpe, mit einer Gerätekomponente und einer elektronischen Einrichtung zur Steuerung und/oder Regelung der Gerätekomponente. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Identifizieren einer Gerätekomponente eines solchen Vakuumgeräts mittels der elektronischen Einrichtung und ein Verfahren zum Individualisieren einer Gerätekomponente des Vakuumgeräts.

**[0002]** Die Steuerung und/oder Regelung einer Vakuumpumpe oder anderer Vakuumgeräte erfolgt üblicherweise mittels einer elektronischen Einrichtung, die mit einer oder mehreren Gerätekomponenten der Vakuumpumpe oder des Vakuumgeräts in Verbindung steht. Da eine solche elektronische Einrichtung den Antrieb der Vakuumpumpe oder des Vakuumgeräts steuert bzw. regelt, d.h. in den meisten Fällen einen Elektromotor, wird die elektronische Einrichtung auch als Antriebsgerät bezeichnet.

**[0003]** Die Gerätekomponenten einer Vakuumpumpe und die elektronische Einrichtung bzw. das Antriebsgerät bilden üblicherweise trennbare Einheiten, so dass mehrere verschiedenartige Typen von Gerätekomponenten mit dem gleichen Typ der elektronischen Einrichtung bzw. des Antriebsgeräts betrieben werden können. Um eine fehlerhafte Zuordnung der Gerätekomponenten zu einer elektronischen Einrichtung zu vermeiden, die beispielsweise zu Fehlfunktionen oder sogar Schäden an einer Vakuumpumpe führen könnten, ist es notwendig, dass die elektronische Einrichtung den Typ der jeweiligen Gerätekomponente korrekt erkennt, sobald sie mit der Gerätekomponente in Verbindung steht.

**[0004]** Wenn die elektronische Einrichtung den Typ einer mit ihr verbundenen Gerätekomponente ermittelt, erhält die elektronische Einrichtung üblicherweise zusätzliche Informationen bezüglich der Betriebsparameter der Gerätekomponente. Die elektronische Einrichtung kann beispielsweise Informationen bezüglich der Drehzahl erhalten, mit der eine Vakuumpumpe betrieben werden soll, oder sie liest zusätzlich einen internen Parameter der Gerätekomponente aus, um anhand dieses Parameters eine Kennlinie eindeutig auszuwählen, die für die Gerätekomponente spezifisch ist.

**[0005]** Um die automatische Erkennung einer Gerätekomponente durch die elektronische Einrichtung eines Vakuumgeräts durchzuführen, werden bei bekannten Vakuumgeräten Kennwiderstände verwendet, die an der Gerätekomponente angebracht sind. Alternativ kann eine spezifische Kennung einer Gerätekomponente mechanisch an dieser hinterlegt sein, und diese Kennung kann bei der Verbindung mit der elektronischen Einrichtung eine Zustandsveränderung an dieser bewirken, welche wiederum die elektrischen Eigenschaften der elektronischen Einrichtung verändert und dadurch den Typ der Gerätekomponente erkennbar macht.

**[0006]** In beiden Fällen ist die Herstellung einer ein-

deutigen Kennung der Gerätekomponente mit zusätzlichem Aufwand verbunden, wenn beispielsweise Kennwiderstände geeignet gelötet oder auf andere Weise in die Gerätekomponente eingebunden werden bzw. wenn eine mechanische Kennung an der Gerätekomponente installiert wird. Ferner sind Kennwiderstände und mechanische Kennungen nicht gegenüber einer unbeabsichtigten oder beabsichtigten Veränderung abgesichert. Außerdem sind interne Parameter, die in einer Gerätekomponente hinterlegt werden, üblicherweise nicht gegenüber einer Manipulation geschützt. Darüber hinaus ist bei Kennwiderständen und mechanischen Kennungen die Anzahl der möglichen Kombinationen beispielsweise aufgrund von Bauraumgegebenheiten eingeschränkt.

**[0007]** Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Vakuumgerät zu schaffen, bei dem eine Gerätekomponente auf eine einfache und sichere Weise durch eine elektronische Einrichtung erkannt werden kann. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein sicheres Verfahren zum Individualisieren und zum Identifizieren einer Gerätekomponente eines Vakuumgeräts anzugeben.

**[0008]** Diese Aufgabe wird durch ein Vakuumgerät mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch Verfahren mit den Merkmalen der Ansprüche 8 bzw. 12 gelöst.

**[0009]** Das Vakuumgerät ist beispielsweise eine Vakuumpumpe und umfasst eine Gerätekomponente sowie eine elektronische Einrichtung zur Steuerung und/oder Regelung der Gerätekomponente. Die Gerätekomponente weist einen digitalen komponentenspezifischen Datensatz auf. Ferner ist die elektronische Einrichtung mit der Gerätekomponente verbunden und eingerichtet, den komponentenspezifischen Datensatz der Gerätekomponente auszulesen.

**[0010]** Anstelle von Kennwiderständen oder einer mechanischen Kennung wird somit bei dem erfindungsgemäßen Vakuumgerät ein digitaler Datensatz verwendet, der für die Gerätekomponente spezifisch ist. Durch die Verwendung des digitalen Datensatzes ist die Herstellung des Vakuumgeräts einfacher, schneller und somit kostengünstiger, da der komponentenspezifische Datensatz beispielsweise lediglich in einem ohnehin vorhandenen Speicherelement in oder an dem Vakuumgerät hinterlegt zu werden braucht und das Löt- bzw. Einbinden von Widerständen oder die Herstellung und Einrichtung einer mechanischen Kennung entfällt.

**[0011]** Darüber hinaus ist der digitale komponentenspezifische Datensatz sicherer bezüglich einer Manipulation als beispielsweise Kennwiderstände, da der Datensatz nach dem Hinterlegen in oder an der Gerätekomponente nicht ohne weiteres von außen zugänglich ist und Maßnahmen ergriffen werden können, um den Datensatz gegenüber einem unerwünschten Zugriff in einem Speicherelement abzusichern. Die Verbindung zwischen der elektronischen Einrichtung und der Gerätekomponente kann beispielsweise über eine geeignete Schnittstelle hergestellt werden, und der Datensatz kann mittels einer geeigneten Firmware durch die elektroni-

sche Einrichtung ausgelesen werden. Der Typ und/oder interne Parameter der Gerätekomponente können beispielsweise ebenfalls mittels einer solchen Firmware anhand des komponentenspezifischen Datensatzes ermittelt werden.

**[0012]** Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen, der nachstehenden Beschreibung und in den Figuren angegeben.

**[0013]** Gemäß einer Ausführungsform ist der komponentenspezifische Datensatz mittels eines privaten Schlüssels verschlüsselt, und die elektronische Einrichtung weist einen öffentlichen Schlüssel auf, der dem privaten Schlüssel zugeordnet ist, um den verschlüsselten komponentenspezifischen Datensatz vor dem Auslesen zu entschlüsseln.

**[0014]** Durch die Verschlüsselung ist der komponentenspezifische Datensatz gegenüber einer beabsichtigten oder unbeabsichtigten Veränderung geschützt, die beispielweise mittels einer Einrichtung zum Auslesen des komponentenspezifischen Datensatzes erfolgen könnte. Die Verschlüsselung verbessert somit die Betriebssicherheit des Vakuumgeräts, da beispielsweise auch interne Parameter der Gerätekomponente, die beispielsweise die korrekte Auswahl einer Kennlinie bewirken, nur mit Kenntnis des öffentlichen Schlüssels lesbar sind.

**[0015]** Der private Schlüssel kann zuerst durch einen Schlüsselinhaber, d.h. beispielsweise den Hersteller des Vakuumgeräts, während der Herstellung des Vakuumgeräts oder bei dessen erster Inbetriebnahme generiert werden. Somit steht der private Schlüssel auch während des Betriebs des Vakuumgeräts beispielsweise nur dessen Hersteller zur Verfügung. Der öffentliche Schlüssel hingegen kann in der Firmware der elektronischen Einrichtung enthalten sein. Somit ist die Verschlüsselung des komponentenspezifischen Datensatzes asymmetrisch, da der verschlüsselte komponentenspezifische Datensatz durch die elektronische Einrichtung entschlüsselt werden kann, aber durch diese nicht in der Gerätekomponente veränderbar ist.

**[0016]** Der komponentenspezifische Datensatz umfasst bevorzugt eine komponentenspezifische Kennung, die mittels des privaten Schlüssels signiert ist. Durch die Signierung der komponentenspezifischen Kennung wird diese zusätzlich gegenüber einer Manipulation abgesichert. Die Kennung kann beispielsweise einer Artikelnummer, einer Versionsnummer oder auch einer Seriennummer der Gerätekomponente zugeordnet sein. Anhand der Artikelnummer, der Versionsnummer, der Seriennummer oder auch einer beliebigen Kombination solcher Kennungen kann die elektronische Einrichtung die Gerätekomponente auf eindeutige Weise identifizieren.

**[0017]** Die Gerätekomponente kann Speicherelemente enthalten oder aus solchen bestehen, die sowohl nur lesbare als auch im späteren Einsatz ein- oder mehrfach veränderbare, also beschreibbare Speicherelemente umfassen können. Während der Herstellung können die Gerätekomponenten oder Speicherelemente dauerhaft

mit komponentenspezifischen Kennungen versehen, die dadurch gegen jegliche spätere Veränderung geschützt sind.

**[0018]** Die Artikelnummer ermöglicht die eindeutige Zuordnung der Gerätekomponente zu einer unbestimmten Menge von bauartgleichen Gerätekomponenten, die von einer unbestimmten Anzahl von Herstellern auf Grundlage der gleichen Spezifikation in Serie hergestellt werden können. Die Versionsnummer bezeichnet hingegen eine eindeutige Ausführungsversion einer Gerätekomponente, die gegenüber weiteren Gerätekomponenten mit anderen Versionsnummern zumindest geringe funktionale Unterschiede aufweist, die im Betrieb der Gerätekomponente berücksichtigt werden müssen. Die Seriennummer wird bevorzugt einmalig vergeben und ermöglicht eine eindeutige Identifikation jeder einzelnen Gerätekomponente aus einer unbestimmten Menge von Gerätekomponenten.

**[0019]** Wird der komponentenspezifische Datensatz beispielsweise auf Grundlage einer Seriennummer der Gerätekomponente zusätzlich gegen Manipulation geschützt, so ist dieser Datensatz nur mit dieser Gerätekomponente korrekt entschlüsselbar und für einen Gerätebetrieb verfügbar. Wird der Datensatz stattdessen auf eine andere bauartgleiche Gerätekomponente, zum Beispiel mit der gleichen Artikelnummer, übertragen, ist der Datensatz durch die abweichende Seriennummer der Gerätekomponente nicht entschlüsselbar und damit nicht für einen Gerätebetrieb auslesbar.

**[0020]** Ferner kann der komponentenspezifische Datensatz Betriebsparameter und/oder Betriebsvorgaben der Gerätekomponente umfassen. Die Betriebsparameter und/oder Betriebsvorgaben sind beispielsweise Grenzwerte und/oder Kennlinien für den Betrieb der Gerätekomponente des Vakuumgeräts. Wenn der komponentenspezifische Datensatz mittels des privaten Schlüssels verschlüsselt ist, sind bei dieser Ausführungsform auch die Betriebsparameter und/oder Betriebsvorgaben der Gerätekomponente aufgrund der Verschlüsselung gegenüber einer beabsichtigten oder unbeabsichtigten Manipulation geschützt.

**[0021]** Bei einer weiteren Ausführungsform ist die elektronische Einrichtung ferner eingerichtet, Betriebsdaten für die Gerätekomponente mittels des öffentlichen Schlüssels zu verschlüsseln und an die Gerätekomponente zu übertragen. Dabei sind die verschlüsselten Betriebsdaten für die Gerätekomponente nur mittels des privaten Schlüssels entschlüsselbar. Die Betriebsdaten, die von der elektronischen Einrichtung an die Gerätekomponente übertragen werden, können eine Teilmenge der Betriebsparameter und/oder Betriebsvorgaben sein, die in dem komponentenspezifischen Datensatz enthalten sind. Da die übertragenen Betriebsdaten für die Gerätekomponente jedoch nur mittels des privaten Schlüssels entschlüsselbar sind, der wiederum nur dem Schlüsselinhaber bzw. Hersteller des Vakuumgeräts bekannt ist, kann eine Entschlüsselung der Betriebsdaten und damit eine Veränderung eines Teils der Betriebsparameter

und/oder Betriebsvorgaben der Gerätekomponente nur mit der Einwilligung des Inhabers des privaten Schlüssels erfolgen. Die Möglichkeit, Betriebsdaten für die Gerätekomponente mittels der elektronischen Einrichtung zu übertragen, verbessert jedoch die Flexibilität für den Betrieb des Vakuumgeräts, wobei die Anpassung der Betriebsdaten aber durch die Verschlüsselung abgesichert ist.

**[0022]** Der komponentenspezifische Datensatz ist bevorzugt auf einem Chip der Gerätekomponente gespeichert. Wenn ein solcher Chip ohnehin an oder in der Gerätekomponente vorhanden ist, entfällt ein zusätzlicher Aufwand zum Installieren eines Speicherelements, auf dem der digitale komponentenspezifische Datensatz abgelegt wird. Alternativ kann der komponentenspezifische Datensatz jedoch auf einem externen Speicherelement der Gerätekomponente gespeichert sein. Ein solches externes Speicherelement ist beispielsweise eine Platine als Vakuumdurchführung, mit der die Verbindung zwischen der Gerätekomponente und der elektronischen Einrichtung hergestellt wird.

**[0023]** Weiterer Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Identifizieren einer Gerätekomponente eines Vakuumgeräts mittels einer elektronischen Einrichtung zur Steuerung und/oder Regelung der Gerätekomponente. Die Gerätekomponente weist dabei einen digitalen komponentenspezifischen Datensatz auf. Gemäß dem Verfahren wird bei Aktivierung der elektronischen Einrichtung der komponentenspezifische Datensatz der Gerätekomponente von der elektronischen Einrichtung ausgelesen. Anhand des komponentenspezifischen Datensatzes wird die Gerätekomponente eindeutig identifiziert.

**[0024]** Beim Auslesen des komponentenspezifischen Datensatzes sind die Gerätekomponente und die elektronische Einrichtung beispielsweise über eine Schnittstelle miteinander verbunden. Da die eindeutige Identifikation der Gerätekomponente mittels des digitalen komponentenspezifischen Datensatzes erfolgt, ist der Aufwand zum Identifizieren der Gerätekomponente geringer als beispielsweise bei der Identifikation von Kennwiderständen und mechanischen Kennungen.

**[0025]** Gemäß einer Ausführungsform ist der komponentenspezifische Datensatz mittels eines privaten Schlüssels verschlüsselt, und der verschlüsselte komponentenspezifische Datensatz kann vor dem Auslesen durch die elektronische Einrichtung mit einem öffentlichen Schlüssel entschlüsselt werden, der dem privaten Schlüssel zugeordnet ist. Die Verschlüsselung des komponentenspezifischen Datensatzes verbessert die Sicherheit bei dem Identifizieren der Gerätekomponente, da die für das Identifizieren relevanten Daten nur mittels des privaten Schlüssels, aber nicht mittels des öffentlichen Schlüssels verändert werden können.

**[0026]** Der komponentenspezifische Datensatz kann eine komponentenspezifische Kennung umfassen, die mittels des privaten Schlüssels signiert ist. Die Gerätekomponente kann durch Auslesen der komponentenspezifischen Kennung eindeutig identifiziert werden. Die

komponentenspezifische Kennung kann beispielsweise einer Artikelnummer, Versionsnummer oder Seriennummer der Gerätekomponente zugeordnet sein. Durch die Signierung mittels des privaten Schlüssels werden die komponentenspezifische Kennung und damit die eindeutige Identifizierung der Gerätekomponente besonders abgesichert.

**[0027]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform können Betriebsdaten für die Gerätekomponente durch die elektronische Einrichtung mittels des öffentlichen Schlüssels verschlüsselt und an die Gerätekomponente übertragen werden. Die verschlüsselten Betriebsdaten für die Gerätekomponente sind nur mittels des privaten Schlüssels entschlüsselbar. Durch die Übertragung der Betriebsdaten kann der Betrieb der Gerätekomponente flexibel modifiziert werden, wobei jedoch eine Einwilligung bzw. Zustimmung durch einen Inhaber des privaten Schlüssels erfolgen muss.

**[0028]** Weiterer Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Verfahren zum Individualisieren einer Gerätekomponente eines Vakuumgeräts. Dabei werden ein privater Schlüssel und ein öffentlicher Schlüssel, der dem privaten Schlüssel zugeordnet ist, generiert. Ein digitaler Datensatz, der für die Gerätekomponente spezifisch ist, wird ebenso generiert und mittels des privaten Schlüssels verschlüsselt. Anschließend wird der verschlüsselte digitale Datensatz derart an die Gerätekomponente übertragen, dass der verschlüsselte digitale Datensatz für eine elektronische Einrichtung zur Steuerung und/oder Regelung der Gerätekomponente zugreifbar ist. Ferner wird der öffentliche Schlüssel an die elektronische Einrichtung übertragen.

**[0029]** Der private und der öffentliche Schlüssel sowie der digitale Datensatz können nur durch einen Inhaber des privaten Schlüssels generiert werden. Dies erfolgt beispielsweise mittels einer elektronischen Erzeugungseinrichtung für die beiden Schlüssel und den digitalen Datensatz während der Herstellung des Vakuumgeräts, wobei diese elektronische Erzeugungseinrichtung eine Zertifizierungsautorität für die beiden Schlüssel darstellt. Der für die Gerätekomponente spezifische Datensatz kann neben Daten, die eine Identifizierung der Gerätekomponente erlauben, einen oder mehrere interne Parameter enthalten, die für den Betrieb der Gerätekomponente relevant sind und beispielsweise eine eindeutige Auswahl einer Kennlinie ermöglichen. Somit wird die Gerätekomponente nicht nur durch eine verschlüsselte Typenkennung, sondern auch durch die Festlegung eines oder mehrerer interner Parameter "individualisiert", so dass sich die Gerätekomponente im Betrieb von typengleichen Gerätekomponenten unterscheidet.

**[0030]** Gemäß einer Ausführungsform umfasst der digitale Datensatz eine für die Gerätekomponente spezifische Kennung, die mittels des privaten Schlüssels signiert wird, um die Gerätekomponente zu individualisieren. Die für die Gerätekomponente spezifische Kennung kann dabei eine Artikelnummer, Versionsnummer oder Seriennummer der Gerätekomponente zugeordnet sein.

Eine solche Individualisierung ermöglicht während des Betriebs des Vakuumgeräts eine eindeutige Identifizierung einer bestimmten Gerätekomponente.

**[0031]** Der digitale Datensatz kann während einer Inbetriebnahme des Vakuumgeräts mittels des privaten Schlüssels verschlüsselt werden. In diesem Fall wird der private Schlüssel bei einer Initialisierungsprozedur des Vakuumgeräts auf den vorhandenen Datensatz in der Gerätekomponente angewendet, um dadurch einen verschlüsselten komponentenspezifischen Datensatz in der Gerätekomponente zu erzeugen.

**[0032]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform werden verschlüsselte Betriebsdaten für die Gerätekomponente, die durch die elektronische Einrichtung mittels des öffentlichen Schlüssels verschlüsselt und an die Gerätekomponente übertragen werden, mittels des privaten Schlüssels entschlüsselt. Die Betriebsdaten für die Gerätekomponente können somit nur mit Kenntnis des privaten Schlüssels entschlüsselt und der Gerätekomponente für deren Betrieb bereitgestellt werden. Es kann beispielsweise in einer Firmware der elektronischen Einrichtung eine Funktionalität zur Übertragung verschlüsselter Betriebsdaten vorgesehen sein, welche zur Eingabe des privaten Schlüssels auffordert.

**[0033]** Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft anhand vorteilhafter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren beschrieben. Es zeigen, jeweils schematisch:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht einer Turbomolekularpumpe,

Fig. 2 eine Ansicht der Unterseite der Turbomolekularpumpe von Fig. 1,

Fig. 3 einen Querschnitt der Turbomolekularpumpe längs der in Fig. 2 gezeigten Schnittlinie A-A,

Fig. 4 eine Querschnittsansicht der Turbomolekularpumpe längs der in Fig. 2 gezeigten Schnittlinie B-B,

Fig. 5 eine Querschnittsansicht der Turbomolekularpumpe längs der in Fig. 2 gezeigten Schnittlinie C-C,

Fig. 6 eine Darstellung einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Vakuumgeräts, und

Fig. 7 eine Darstellung einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Vakuumgeräts.

**[0034]** Die in Fig. 1 gezeigte Turbomolekularpumpe 111 umfasst einen von einem Einlassflansch 113 umgebenen Pumpeneinlass 115, an welchen in an sich bekannter Weise ein nicht dargestellter Rezipient angeschlossen werden kann. Das Gas aus dem Rezipienten

kann über den Pumpeneinlass 115 aus dem Rezipienten gesaugt und durch die Pumpe hindurch zu einem Pumpenauslass 117 gefördert werden, an den eine Vorvakuumpumpe, wie etwa eine Drehschieberpumpe, angeschlossen sein kann.

**[0035]** Der Einlassflansch 113 bildet bei der Ausrichtung der Vakuumpumpe gemäß Fig. 1 das obere Ende des Gehäuses 119 der Vakuumpumpe 111. Das Gehäuse 119 umfasst ein Unterteil 121, an welchem seitlich ein Elektronikgehäuse 123 angeordnet ist. In dem Elektronikgehäuse 123 sind elektrische und/oder elektronische Komponenten der Vakuumpumpe 111 untergebracht, z. B. zum Betreiben eines in der Vakuumpumpe angeordneten Elektromotors 125. Am Elektronikgehäuse 123 sind mehrere Anschlüsse 127 für Zubehör vorgesehen. Außerdem sind eine Datenschnittstelle 129, z.B. gemäß dem RS485-Standard, und ein Stromversorgungsanschluss 131 am Elektronikgehäuse 123 angeordnet.

**[0036]** Am Gehäuse 119 der Turbomolekularpumpe 111 ist ein Fluteinlass 133, insbesondere in Form eines Flutventils, vorgesehen, über den die Vakuumpumpe 111 geflutet werden kann. Im Bereich des Unterteils 121 ist ferner noch ein Sperrgasanschluss 135, der auch als Spülgasanschluss bezeichnet wird, angeordnet, über welchen Spülgas zum Schutz des Elektromotors 125 (siehe z.B. Fig. 3) vor dem von der Pumpe geförderten Gas in den Motorraum 137, in welchem der Elektromotor 125 in der Vakuumpumpe 111 untergebracht ist, gebracht werden kann. Im Unterteil 121 sind ferner noch zwei Kühlmittelanschlüsse 139 angeordnet, wobei einer der Kühlmittelanschlüsse als Einlass und der andere Kühlmittelanschluss als Auslass für Kühlmittel vorgesehen ist, das zu Kühlzwecken in die Vakuumpumpe geleitet werden kann.

**[0037]** Die untere Seite 141 der Vakuumpumpe kann als Standfläche dienen, sodass die Vakuumpumpe 111 auf der Unterseite 141 stehend betrieben werden kann. Die Vakuumpumpe 111 kann aber auch über den Einlassflansch 113 an einem Rezipienten befestigt werden und somit gewissermaßen hängend betrieben werden. Außerdem kann die Vakuumpumpe 111 so gestaltet sein, dass sie auch in Betrieb genommen werden kann, wenn sie auf andere Weise ausgerichtet ist als in Fig. 1 gezeigt ist. Es lassen sich auch Ausführungsformen der Vakuumpumpe realisieren, bei der die Unterseite 141 nicht nach unten, sondern zur Seite gewandt oder nach oben gerichtet angeordnet werden kann.

**[0038]** An der Unterseite 141, die in Fig. 2 dargestellt ist, sind noch diverse Schrauben 143 angeordnet, mittels denen hier nicht weiter spezifizierte Bauteile der Vakuumpumpe aneinander befestigt sind. Beispielsweise ist ein Lagerdeckel 145 an der Unterseite 141 befestigt.

**[0039]** An der Unterseite 141 sind außerdem Befestigungsbohrungen 147 angeordnet, über welche die Pumpe 111 beispielsweise an einer Auflagefläche befestigt werden kann.

**[0040]** In den Figuren 2 bis 5 ist eine Kühlmittelleitung 148 dargestellt, in welcher das über die Kühlmittelan-

schlüsse 139 ein- und ausgeleitete Kühlmittel zirkulieren kann.

**[0041]** Wie die Schnittdarstellungen der Figuren 3 bis 5 zeigen, umfasst die Vakuumpumpe mehrere Prozessgaspumpstufen zur Förderung des an dem Pumpeneinlass 115 anstehenden Prozessgases zu dem Pumpenauslass 117.

**[0042]** In dem Gehäuse 119 ist ein Rotor 149 angeordnet, der eine um eine Rotationsachse 151 drehbare Rotorwelle 153 aufweist.

**[0043]** Die Turbomolekularpumpe 111 umfasst mehrere pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete turbomolekulare Pumpstufen mit mehreren an der Rotorwelle 153 befestigten radialen Rotorscheiben 155 und zwischen den Rotorscheiben 155 angeordneten und in dem Gehäuse 119 festgelegten Statorscheiben 157. Dabei bilden eine Rotorscheibe 155 und eine benachbarte Statorscheibe 157 jeweils eine turbomolekulare Pumpstufe. Die Statorscheiben 157 sind durch Abstandsringe 159 in einem gewünschten axialen Abstand zueinander gehalten.

**[0044]** Die Vakuumpumpe umfasst außerdem in radialer Richtung ineinander angeordnete und pumpwirksam miteinander in Serie geschaltete Holweck-Pumpstufen. Der Rotor der Holweck-Pumpstufen umfasst eine an der Rotorwelle 153 angeordnete Rotornabe 161 und zwei an der Rotornabe 161 befestigte und von dieser getragene zylindermantelförmige Holweck-Rotorhülsen 163, 165, die koaxial zur Rotationsachse 151 orientiert und in radialer Richtung ineinander geschachtelt sind. Ferner sind zwei zylindermantelförmige Holweck-Statorhülsen 167, 169 vorgesehen, die ebenfalls koaxial zu der Rotationsachse 151 orientiert und in radialer Richtung gesehen ineinander geschachtelt sind.

**[0045]** Die pumpaktiven Oberflächen der Holweck-Pumpstufen sind durch die Mantelflächen, also durch die radialen Innen- und/oder Außenflächen, der Holweck-Rotorhülsen 163, 165 und der Holweck-Statorhülsen 167, 169 gebildet. Die radiale Innenfläche der äußeren Holweck-Statorhülse 167 liegt der radialen Außenfläche der äußeren Holweck-Rotorhülse 163 unter Ausbildung eines radialen Holweck-Spalts 171 gegenüber und bildet mit dieser die der Turbomolekularpumpen nachfolgende erste Holweck-Pumpstufe. Die radiale Innenfläche der äußeren Holweck-Rotorhülse 163 steht der radialen Außenfläche der inneren Holweck-Statorhülse 169 unter Ausbildung eines radialen Holweck-Spalts 173 gegenüber und bildet mit dieser eine zweite Holweck-Pumpstufe. Die radiale Innenfläche der inneren Holweck-Statorhülse 169 liegt der radialen Außenfläche der inneren Holweck-Rotorhülse 165 unter Ausbildung eines radialen Holweck-Spalts 175 gegenüber und bildet mit dieser die dritte Holweck-Pumpstufe.

**[0046]** Am unteren Ende der Holweck-Rotorhülse 163 kann ein radial verlaufender Kanal vorgesehen sein, über den der radial außenliegende Holweck-Spalt 171 mit dem mittleren Holweck-Spalt 173 verbunden ist. Außerdem kann am oberen Ende der inneren Holweck-Stator-

hülse 169 ein radial verlaufender Kanal vorgesehen sein, über den der mittlere Holweck-Spalt 173 mit dem radial innenliegenden Holweck-Spalt 175 verbunden ist. Dadurch werden die ineinander geschachtelten Holweck-Pumpstufen in Serie miteinander geschaltet. Am unteren Ende der radial innenliegenden Holweck-Rotorhülse 165 kann ferner ein Verbindungskanal 179 zum Auslass 117 vorgesehen sein.

**[0047]** Die vorstehend genannten pumpaktiven Oberflächen der Holweck-Statorhülsen 163, 165 weisen jeweils mehrere spiralförmig um die Rotationsachse 151 herum in axialer Richtung verlaufende Holweck-Nuten auf, während die gegenüberliegenden Mantelflächen der Holweck-Rotorhülsen 163, 165 glatt ausgebildet sind und das Gas zum Betrieb der Vakuumpumpe 111 in den Holweck-Nuten vorantreiben.

**[0048]** Zur drehbaren Lagerung der Rotorwelle 153 sind ein Wälzlager 181 im Bereich des Pumpenauslasses 117 und ein Permanentmagnetlager 183 im Bereich des Pumpeneinlasses 115 vorgesehen.

**[0049]** Im Bereich des Wälzlagers 181 ist an der Rotorwelle 153 eine konische Spritzmutter 185 mit einem zu dem Wälzlager 181 hinzunehmenden Außendurchmesser vorgesehen. Die Spritzmutter 185 steht mit mindestens einem Abstreifer eines Betriebsmittelspeichers in gleitendem Kontakt. Der Betriebsmittelspeicher umfasst mehrere aufeinander gestapelte saugfähige Scheiben 187, die mit einem Betriebsmittel für das Wälzlager 181, z.B. mit einem Schmiermittel, getränkt sind.

**[0050]** Im Betrieb der Vakuumpumpe 111 wird das Betriebsmittel durch kapillare Wirkung von dem Betriebsmittelspeicher über den Abstreifer auf die rotierende Spritzmutter 185 übertragen und in Folge der Zentrifugalkraft entlang der Spritzmutter 185 in Richtung des größer werdenden Außendurchmessers der Spritzmutter 185 zu dem Wälzlager 181 hin gefördert, wo es z.B. eine schmierende Funktion erfüllt. Das Wälzlager 181 und der Betriebsmittelspeicher sind durch einen wannenförmigen Einsatz 189 und den Lagerdeckel 145 in der Vakuumpumpe eingefasst.

**[0051]** Das Permanentmagnetlager 183 umfasst eine rotorseitige Lagerhälfte 191 und eine statorseitige Lagerhälfte 193, welche jeweils einen Ringstapel aus mehreren in axialer Richtung aufeinander gestapelten permanentmagnetischen Ringen 195, 197 umfassen. Die Ringmagnete 195, 197 liegen einander unter Ausbildung eines radialen Lagerspalts 199 gegenüber, wobei die rotorseitigen Ringmagnete 195 radial außen und die statorseitigen Ringmagnete 197 radial innen angeordnet sind. Das in dem Lagerspalt 199 vorhandene magnetische Feld ruft magnetische Abstoßungskräfte zwischen den Ringmagneten 195, 197 hervor, welche eine radiale Lagerung der Rotorwelle 153 bewirken. Die rotorseitigen Ringmagnete 195 sind von einem Trägerabschnitt 201 der Rotorwelle 153 getragen, welcher die Ringmagnete 195 radial außenseitig umgibt. Die statorseitigen Ringmagnete 197 sind von einem statorseitigen Trägerabschnitt 203 getragen, welcher sich durch die Ringmag-

nete 197 hindurch erstreckt und an radialen Streben 205 des Gehäuses 119 aufgehängt ist. Parallel zu der Rotationsachse 151 sind die rotorseitigen Ringmagnete 195 durch ein mit dem Trägerabschnitt 203 gekoppeltes Deckelement 207 festgelegt. Die statorseitigen Ringmagnete 197 sind parallel zu der Rotationsachse 151 in der einen Richtung durch einen mit dem Trägerabschnitt 203 verbundenen Befestigungsring 209 sowie einen mit dem Trägerabschnitt 203 verbundenen Befestigungsring 211 festgelegt. Zwischen dem Befestigungsring 211 und den Ringmagneten 197 kann außerdem eine Tellerfeder 213 vorgesehen sein.

**[0052]** Innerhalb des Magnetlagers ist ein Not- bzw. Fanglager 215 vorgesehen, welches im normalen Betrieb der Vakuumpumpe 111 ohne Berührung leer läuft und erst bei einer übermäßigen radialen Auslenkung des Rotors 149 relativ zu dem Stator in Eingriff gelangt, um einen radialen Anschlag für den Rotor 149 zu bilden, da eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen verhindert wird. Das Fanglager 215 ist als ungeschmiertes Wälzlager ausgebildet und bildet mit dem Rotor 149 und/oder dem Stator einen radialen Spalt, welcher bewirkt, dass das Fanglager 215 im normalen Pumpbetrieb außer Eingriff ist. Die radiale Auslenkung, bei der das Fanglager 215 in Eingriff gelangt, ist groß genug bemessen, sodass das Fanglager 215 im normalen Betrieb der Vakuumpumpe nicht in Eingriff gelangt, und gleichzeitig klein genug, sodass eine Kollision der rotorseitigen Strukturen mit den statorseitigen Strukturen unter allen Umständen verhindert wird.

**[0053]** Die Vakuumpumpe 111 umfasst den Elektromotor 125 zum drehenden Antreiben des Rotors 149. Der Anker des Elektromotors 125 ist durch den Rotor 149 gebildet, dessen Rotorwelle 153 sich durch den Motorstator 217 hindurch erstreckt. Auf den sich durch den Rotorwelle 153 kann radial außenseitig oder eingebettet eine Permanentmagnetanordnung angeordnet sein. Zwischen dem Motorstator 217 und dem sich durch den Motorstator 217 hindurch erstreckenden Abschnitt des Rotors 149 ist ein Zwischenraum 219 angeordnet, welcher einen radialen Motorspalt umfasst, über den sich der Motorstator 217 und die Permanentmagnetanordnung zur Übertragung des Antriebsmoments magnetisch beeinflussen können.

**[0054]** Der Motorstator 217 ist in dem Gehäuse innerhalb des für den Elektromotor 125 vorgesehenen Motorraums 137 festgelegt. Über den Sperrgasanschluss 135 kann ein Sperrgas, das auch als Spülgas bezeichnet wird, und bei dem es sich beispielsweise um Luft oder um Stickstoff handeln kann, in den Motorraum 137 gelangen. Über das Sperrgas kann der Elektromotor 125 vor Prozessgas, z. B. vor korrosiv wirkenden Anteilen des Prozessgases, geschützt werden. Der Motorraum 137 kann auch über den Pumpenauslass 117 evakuiert werden, d. h. im Motorraum 137 herrscht zumindest annäherungsweise der von der am Pumpenauslass 117 angeschlossenen Vorvakuumpumpe bewirkte Vakuumdruck.

**[0055]** Zwischen der Rotornabe 161 und einer den Motorraum 137 begrenzenden Wandung 221 kann außerdem eine sog. und an sich bekannte Labyrinthdichtung 223 vorgesehen sein, insbesondere um eine bessere Abdichtung des Motorraums 217 gegenüber den radial außerhalb liegenden Holweck-Pumpstufen zu erreichen.

**[0056]** Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung der Turbomolekularpumpe 111 als erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Vakuumgeräts. Die Turbomolekularpumpe 111 umfasst eine Gerätekomponente 301, die sämtliche Komponenten der Turbomolekularpumpe 111 aufweist, die in dem Gehäuse 119 und in dem Unterteil 121 untergebracht und vorstehend beschrieben sind (vgl. Fig. 1 bis 3). Rein schematisch ist in Fig. 6 der Rotor 149 der Turbomolekularpumpe 111 angedeutet. Die Gerätekomponente 301 umfasst ferner einen Pumpenchip 303.

**[0057]** Die Turbomolekularpumpe 111 weist ferner eine elektronische Einrichtung 305 zur Steuerung und/oder Regelung der Gerätekomponente 301 auf. Die elektronische Einrichtung 305 ist in dem Elektronikgehäuse 123 (vgl. auch Fig. 1 bis 3) untergebracht.

**[0058]** Auf dem Pumpenchip 303 ist ein digitaler komponentenspezifischer Datensatz 307 gespeichert, der eine komponentenspezifische Kennung 309 und Betriebsdaten 311 für die Gerätekomponente 301 umfasst. Die Betriebsdaten 311 sind eine Teilmenge von Parametern und/oder Betriebsvorgaben der Gerätekomponente 301, welche in dem komponentenspezifischen Datensatz 307 enthalten sind.

**[0059]** Die elektronische Einrichtung 305 umfasst ebenfalls gespeicherte Daten 313, die auf einem nicht dargestellten Speichermedium abgelegt sind. Die gespeicherten Daten 313 umfassen einerseits eine Firmware 315, die zur Steuerung und/oder Regelung der Gerätekomponente 301 ausgeführt wird. Darüber hinaus umfassen die gespeicherten Daten 313 Kennlinien 317, die für die Gerätekomponente 301 vorgesehen sind.

**[0060]** Der komponentenspezifische Datensatz 307 ist nicht in einem allgemein lesbaren Format auf dem Pumpenchip 303 abgelegt, sondern in einer verschlüsselten Form. Während der Herstellungsphase der Turbomolekularpumpe 111 wird der komponentenspezifische Datensatz 307 durch Anwendung eines privaten Schlüssels 321 verschlüsselt, der durch eine Erzeugungseinrichtung 323 generiert wird. Die Erzeugungseinrichtung 323 generiert ebenso einen öffentlichen Schlüssel 325, der dem privaten Schlüssel 321 zugeordnet ist. Daten, die mittels des privaten Schlüssels 321 verschlüsselt werden, können unter Verwendung des öffentlichen Schlüssels 325 entschlüsselt und somit ausgelesen, aber nicht auf dem Speichermedium modifiziert werden, auf dem die verschlüsselten Daten abgelegt sind. Der auf dem Pumpenchip 303 abgelegte komponentenspezifische Datensatz 307 kann somit ohne Kenntnis des privaten Schlüssels 321 nicht modifiziert werden. Während der Herstellungsphase der Turbomolekularpumpe 111 wird der von der Erzeugungseinrichtung 123 generierte öf-

fentliche Schlüssel 325 an die elektronische Einrichtung 305 übertragen und ist anschließend ein Teil der gespeicherten Daten 313.

**[0061]** Fig. 7 zeigt eine weitere Turbomolekularpumpe 111 als zweite Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Vakuumgeräts. Die Turbomolekularpumpe 111 von Fig. 7 unterscheidet sich von derjenigen, die in Fig. 6 dargestellt ist, lediglich dadurch, dass anstelle des Pumpenchips 303 eine Platine 333 als Vakuumdurchführung vorgesehen ist, auf welcher der digitale komponentenspezifische Datensatz 307 gespeichert ist. Der Pumpenchip 303 von Fig. 6 kann als internes Speichermedium der Gerätekomponente 301 bezeichnet werden, während die Platine 333 von Fig. 7 als externes Speichermedium der Gerätekomponente 301 angesehen werden kann. Die vorstehende Beschreibung der weiteren Komponenten der Turbomolekularpumpe 111 sowie die nachstehende Beschreibung der Funktionsweise des erfindungsgemäßen Vakuumgeräts gelten somit nicht nur für die in Fig. 6 dargestellte erste Ausführungsform, sondern auch für die zweite Ausführungsform von Fig. 7.

**[0062]** Die Turbomolekularpumpe 111 ist zwar in Fig. 1 derart dargestellt, dass das Gehäuse 119, das Unterteil 121 und das Elektronikgehäuse 123 als eine Einheit miteinander verbunden sind. Dennoch sind die Gerätekomponente 301 und die elektronische Einrichtung 305 separate Einheiten, die in dem jeweiligen Gehäuse 119 und Unterteil 121 oder in dem Elektronikgehäuse 123 unabhängig voneinander ausgeliefert werden können. Beispielsweise kann eine elektronische Einrichtung 305 als Ersatzteil einer bestehenden elektronischen Einrichtung verwendet werden, während die entsprechende Gerätekomponente 301, die in dem Gehäuse 119 und in dem Unterteil 121 untergebracht ist, weiterhin an dem Einlassflansch 113 mit einem Rezipienten einer Vakuumanlage verbunden ist und nicht ausgetauscht wird.

**[0063]** Sowohl bei einer ersten Inbetriebnahme der Turbomolekularpumpe 111 als auch bei einem Austausch der Gerätekomponente 301 oder der elektronischen Einrichtung 305 ist es notwendig, dass die spezifische Gerätekomponente 301 bei einer Aktivierung der elektronischen Einrichtung 305 durch diese korrekt erkannt bzw. eindeutig identifiziert wird. Nur dann kann ein korrekter Betrieb der Turbomolekularpumpe 111 sichergestellt werden, bei dem unter anderem für die Gerätekomponente 301 spezifische Kennlinien 317 ausgewählt und verwendet werden müssen.

**[0064]** Bei der Aktivierung der elektronischen Einrichtung 305 wird daher der komponentenspezifische Datensatz 307 durch die elektronische Einrichtung 305 ausgelesen. Da der komponentenspezifische Datensatz 307 jedoch mittels des privaten Schlüssels 321 verschlüsselt ist, verwendet die elektronische Einrichtung 305 zu diesem Zweck den öffentlichen Schlüssel 325, der dem privaten Schlüssel 321 zugeordnet ist. Die elektronische Einrichtung 305 liest dabei unter Verwendung des öffentlichen Schlüssels 325 die komponentenspezifische Kennung 309 aus, die mit dem privaten Schlüssel 321 signiert

ist. Die komponentenspezifische Kennung 309 umfasst üblicherweise eine Artikelnummer der Gerätekomponente 301, so dass die elektronische Einrichtung 305 die spezifische Gerätekomponente 301 durch Auslesen der komponentenspezifischen Kennung 309 eindeutig identifiziert.

**[0065]** Zusätzlich liest die elektronische Einrichtung 305 einen oder mehrere interne Parameter der Gerätekomponente 301 aus, die ebenfalls in dem komponentenspezifischen Datensatz 307 enthalten sind. Die internen Parameter legen einerseits fest, welche von mehreren Kennlinien 317 für den Betrieb der spezifischen Gerätekomponente 301 zu verwenden ist bzw. sind. Darüber hinaus legen die internen Parameter spezifische Grenzwerte für die Gerätekomponente 301 fest, beispielsweise eine Maximaldrehzahl des Rotors 149 oder eine maximale Betriebstemperatur der Gerätekomponente 301.

**[0066]** Durch die Verwendung des privaten Schlüssels 321 und des öffentlichen Schlüssels 325, die einander zugeordnet sind, wird sichergestellt, dass eine korrekte und sichere Zuordnung der spezifischen Gerätekomponente 301 zu der für diese vorgesehenen elektronischen Einrichtung 305 erfolgt. Umgekehrt ist durch die Verwendung des privaten und des öffentlichen Schlüssels 321, 325 ausgeschlossen, dass die Gerätekomponente 301 mit einer solchen elektronischen Einrichtung 305 betrieben wird, die sich zwar an die Gerätekomponente 301 anschließen lässt, aber nicht zu dieser passt. Nur mit dem korrekten öffentlichen Schlüssel 325 kann die elektronische Einrichtung 305 den komponentenspezifischen Datensatz 307 auslesen und die Steuerung und/oder Regelung der Gerätekomponente 301 ausführen. Darüber hinaus ist eine Manipulation des komponentenspezifischen Datensatzes 307 durch die elektronische Einrichtung 305 oder eine ähnliche Einrichtung ausgeschlossen, die sich mit der Gerätekomponente 301 verbinden lässt, solange diesen Einrichtungen nur der öffentliche Schlüssel 325 bekannt ist. Dadurch ist beispielsweise eine unbeabsichtigte Veränderung der komponentenspezifischen Kennung 309 ausgeschlossen, die zu einer fehlerhaften Steuerung und/oder Regelung der Gerätekomponente 301 führen würde.

**[0067]** Es ist jedoch möglich, dass die elektronische Einrichtung 305 Daten an die Gerätekomponente 301 überträgt, die mittels des öffentlichen Schlüssels 325 verschlüsselt sind und beispielsweise einen Teil der Betriebsdaten 311 darstellen. Zum Auslesen und Verwenden dieser Daten in der Gerätekomponente 301 ist jedoch die Kenntnis des privaten Schlüssels 321 erforderlich. Beispielsweise kann die Ausführung der Firmware 315 eine Aufforderung umfassen, zum Speichern und Verwenden von Daten, welche die elektronische Einrichtung 305 mit dem öffentlichen Schlüssel 325 verschlüsselt und an die Gerätekomponente 301 übertragen hat, den privaten Schlüssel 321 einzugeben. Dadurch ist auch in diesem Fall eine korrekte Zuordnung der mit dem öffentlichen Schlüssel 325 verschlüsselten Daten zur

korrekten Gerätekomponente 301 sichergestellt, welcher der private Schlüssel 321 zugeordnet ist.

**[0068]** Da nur die Gerätekomponente 301 mit einem privaten Schlüssel 321 versehen wird, wird die vorliegende Verschlüsselung als asymmetrisch bezeichnet. Die Erzeugungseinrichtung 323, mit welcher der private Schlüssel 321 und der zugeordnete öffentliche Schlüssel 325 generiert werden, ist beispielsweise ein Modul eines Endprüfsystems für die Turbomolekularpumpe 111, mit welchem die Turbomolekularpumpe 111 vor ihrer Auslieferung überprüft wird. Alternativ kann die Erzeugungseinrichtung 323 auch ein Hardwaremodul sein, das ausschließlich zur Verschlüsselung für die Gerätekomponente 301 und die elektronische Einrichtung 305 vorgesehen ist.

**[0069]** Die Verschlüsselung des komponentenspezifischen Datensatzes 307 mit dem privaten Schlüssel 321 kann dann, wenn eine Platine 333 als Vakuumdurchführung verwendet wird, bereits bei der Herstellung der Platine 333 erfolgen. Alternativ kann die Gerätekomponente 301 erst bei einer ersten Inbetriebnahme der Gerätekomponente 301 mittels der Verschlüsselung individualisiert werden, indem der vorhandene komponentenspezifische Datensatz 307 mit dem privaten Schlüssel 321 versehen und sozusagen "angereichert" wird. Informationen bezüglich des privaten Schlüssels 321, die zur Anreicherung des Schlüssels und somit zum Individualisieren der Gerätekomponente 301 erforderlich sind, müssen jedoch auf dem Pumpenchip 303 oder auf der Platine 333 an geeigneter Stelle vorhanden sein. Im Falle des Pumpenchips 303 kann beispielsweise eine Chip-Seriennummer als Schlüsselanreicherung, d.h. als privater Schlüssel 321, verwendet werden.

#### **Bezugszeichenliste**

##### **[0070]**

111 Turbomolekularpumpe  
 113 Einlassflansch  
 115 Pumpeneinlass  
 117 Pumpenauslass  
 119 Gehäuse  
 121 Unterteil  
 123 Elektronikgehäuse  
 125 Elektromotor  
 127 Zubehöranschluss  
 129 Datenschnittstelle  
 131 Stromversorgungsanschluss  
 133 Fluteinlass  
 135 Sperrgasanschluss  
 137 Motorraum  
 139 Kühlmittelanschluss  
 141 Unterseite  
 143 Schraube  
 145 Lagerdeckel  
 147 Befestigungsbohrung  
 148 Kühlmittelleitung

149 Rotor  
 151 Rotationsachse  
 153 Rotorwelle  
 155 Rotorscheibe  
 5 157 Statorscheibe  
 159 Abstandsring  
 161 Rotornabe  
 163 Holweck-Rotorhülse  
 165 Holweck-Rotorhülse  
 10 167 Holweck-Statorhülse  
 169 Holweck-Statorhülse  
 171 Holweck-Spalt  
 173 Holweck-Spalt  
 175 Holweck-Spalt  
 15 179 Verbindungskanal  
 181 Wälzlager  
 183 Permanentmagnetlager  
 185 Spritzmutter  
 187 Scheibe  
 20 189 Einsatz  
 191 rotorseitige Lagerhälfte  
 193 statorseitige Lagerhälfte  
 195 Ringmagnet  
 197 Ringmagnet  
 25 199 Lagerspalt  
 201 Trägerabschnitt  
 203 Trägerabschnitt  
 205 radiale Strebe  
 207 Deckelelement  
 30 209 Stützring  
 211 Befestigungsring  
 213 Tellerfeder  
 215 Not- bzw. Fanglager  
 217 Motorstator  
 35 219 Zwischenraum  
 221 Wandung  
 223 Labyrinthdichtung  
 301 Gerätekomponente  
 303 Pumpenchip  
 40 305 elektronische Einrichtung  
 307 digitaler komponentenspezifischer Datensatz  
 309 komponentenspezifische Kennung  
 311 Betriebsdaten  
 313 gespeicherte Daten  
 45 315 Firmware  
 317 Kennlinien  
 321 privater Schlüssel  
 323 Erzeugungseinrichtung  
 325 öffentlicher Schlüssel  
 50 333 Platine als Vakuumdurchführung

#### **Patentansprüche**

55 1. Vakuumgerät (111), insbesondere Vakuumpumpe, mit einer Gerätekomponente (301) und einer elektronischen Einrichtung (305) zur Steue-

- rung und/oder Regelung der Gerätekomponente (301),  
 wobei die Gerätekomponente (301) einen digitalen  
 komponentenspezifischen Datensatz (307) aufweist  
 und  
 wobei die elektronische Einrichtung (305) mit der  
 Gerätekomponente (301) verbunden und eingerich-  
 tet ist, den komponentenspezifischen Datensatz  
 (307) der Gerätekomponente (301) auszulesen.
- 2.** Vakuumgerät (111) nach Anspruch 1,  
 wobei der komponentenspezifische Datensatz (307)  
 mittels eines privaten Schlüssels (321) verschlüsselt  
 ist und  
 wobei die elektronische Einrichtung (305) einen öf-  
 fentlichen Schlüssel (325) aufweist, der dem priva-  
 ten Schlüssel (321) zugeordnet ist, um den versch-  
 lüsselten komponentenspezifischen Datensatz  
 (307) vor dem Auslesen zu entschlüsseln.
- 3.** Vakuumgerät (111) nach Anspruch 2,  
 wobei der komponentenspezifische Datensatz (307)  
 eine komponentenspezifische Kennung (309) um-  
 fasst, die mittels des privaten Schlüssels (321) sig-  
 niert ist, wobei insbesondere die komponentenspe-  
 zifische Kennung (309) einer Artikelnummer, einer  
 Versionsnummer oder einer Seriennummer zuge-  
 ordnet ist.
- 4.** Vakuumgerät (111) nach einem der vorstehenden  
 Ansprüche,  
 wobei der komponentenspezifische Datensatz (307)  
 Betriebsparameter und/oder Betriebsvorgaben der  
 Gerätekomponente (301) umfasst.
- 5.** Vakuumgerät (111) nach einem der Ansprüche 2 bis  
 4,  
 wobei die elektronische Einrichtung (305) ferner ein-  
 gerichtet ist, Betriebsdaten (311) für die Gerätekom-  
 ponente (301) mittels des öffentlichen Schlüssels  
 (325) zu verschlüsseln und an die Gerätekomponen-  
 te (301) zu übertragen, und  
 wobei die verschlüsselten Betriebsdaten (311) für  
 die Gerätekomponente (301) nur mittels des priva-  
 ten Schlüssels (321) entschlüsselbar sind.
- 6.** Vakuumgerät (111) nach einem der vorstehenden  
 Ansprüche,  
 wobei der komponentenspezifische Datensatz (307)  
 auf einem Chip (303) der Gerätekomponente (301)  
 gespeichert ist.
- 7.** Vakuumgerät (111) nach einem der Ansprüche 1 bis  
 5,  
 wobei der komponentenspezifische Datensatz (307)  
 auf einem externen Speicherelement (333) der Ge-  
 rätekomponente (301) gespeichert ist.
- 8.** Verfahren zum Identifizieren einer Gerätekompo-  
 nente (301) eines Vakuumgeräts (111) mittels einer  
 elektronischen Einrichtung (305) zur Steuerung  
 und/oder Regelung der Gerätekomponente (301),  
 wobei die Gerätekomponente (301) einen digi-  
 talen komponentenspezifischen Datensatz  
 (307) aufweist,  
 wobei das Verfahren umfasst, dass  
 bei Aktivierung der elektronischen Einrichtung  
 (305) der komponentenspezifische Datensatz  
 (307) der Gerätekomponente (301) von der  
 elektronischen Einrichtung (305) ausgelesen  
 wird, und  
 die Gerätekomponente (301) anhand des kom-  
 ponentenspezifischen Datensatzes (307) ein-  
 deutig identifiziert wird.
- 9.** Verfahren nach Anspruch 8,  
 wobei der komponentenspezifische Datensatz (307)  
 mittels eines privaten Schlüssels (321) verschlüsselt  
 ist und  
 wobei das Verfahren ferner umfasst, dass der versch-  
 lüsselte komponentenspezifische Datensatz  
 (307) vor dem Auslesen durch die elektronische Ein-  
 richtung (305) mit einem öffentlichen Schlüssel (325)  
 entschlüsselt wird, der dem privaten Schlüssel (321)  
 zugeordnet ist.
- 10.** Verfahren nach Anspruch 9,  
 wobei der komponentenspezifische Datensatz (307)  
 eine komponentenspezifische Kennung (309) um-  
 fasst, die mittels des privaten Schlüssels (321) sig-  
 niert ist, wobei insbesondere die komponentenspe-  
 zifische Kennung (309) einer Artikelnummer, einer  
 Versionsnummer oder einer Seriennummer zuge-  
 ordnet ist, und  
 wobei das Verfahren ferner umfasst, dass die Gerä-  
 tekomponente (301) durch Auslesen der komponen-  
 tenspezifischen Kennung (309) eindeutig identif-  
 ziert wird.
- 11.** Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, ferner  
 umfassend, dass  
 Betriebsdaten (311) für die Gerätekomponente  
 (301) durch die elektronische Einrichtung (305) mit-  
 tels des öffentlichen Schlüssels (325) verschlüsselt  
 und an die Gerätekomponente (301) übertragen  
 werden,  
 wobei die verschlüsselten Betriebsdaten (311) für  
 die Gerätekomponente (301) nur mittels des priva-  
 ten Schlüssels (321) entschlüsselbar sind.
- 12.** Verfahren zum Individualisieren einer Gerätekom-  
 ponente (301) eines Vakuumgeräts (111), insbeson-  
 dere einer Vakuumpumpe, umfassend, dass:
- ein privater Schlüssel (321) und ein öffentlicher

Schlüssel (325), der dem privaten Schlüssel (321) zugeordnet ist, generiert werden, ein digitaler Datensatz (307), der für die Gerätekomponente (301) spezifisch ist, generiert und mittels des privaten Schlüssels (321) verschlüsselt wird, der verschlüsselte digitale Datensatz (307) derart an die Gerätekomponente (301) übertragen wird, dass der verschlüsselte digitale Datensatz (307) für eine elektronische Einrichtung (305) zur Steuerung und/oder Regelung der Gerätekomponente (301) zugreifbar ist, und der öffentliche Schlüssel (325) an die elektronische Einrichtung (305) übertragen wird.

5

10

15

- 13.** Verfahren nach Anspruch 12, ferner umfassend, dass der digitale Datensatz (307) eine für die Gerätekomponente (301) spezifische Kennung (309) umfasst, die mittels des privaten Schlüssels (321) signiert wird, um die Gerätekomponente (301) zu individualisieren, wobei insbesondere die komponentenspezifische Kennung (309) einer Artikelnummer, einer Versionsnummer oder einer Seriennummer zugeordnet ist.

20

25

- 14.** Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, ferner umfassend, dass der digitale Datensatz (307) während einer Inbetriebnahme des Vakuumgeräts (111) mittels des privaten Schlüssels (321) verschlüsselt wird.

30

- 15.** Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, ferner umfassend, dass verschlüsselte Betriebsdaten (311) für die Gerätekomponente (301), die durch die elektronische Einrichtung (305) mittels des öffentlichen Schlüssels (325) verschlüsselt und an die Gerätekomponente (301) übertragen werden, mittels des privaten Schlüssels (321) entschlüsselt werden.

35

40

45

50

55

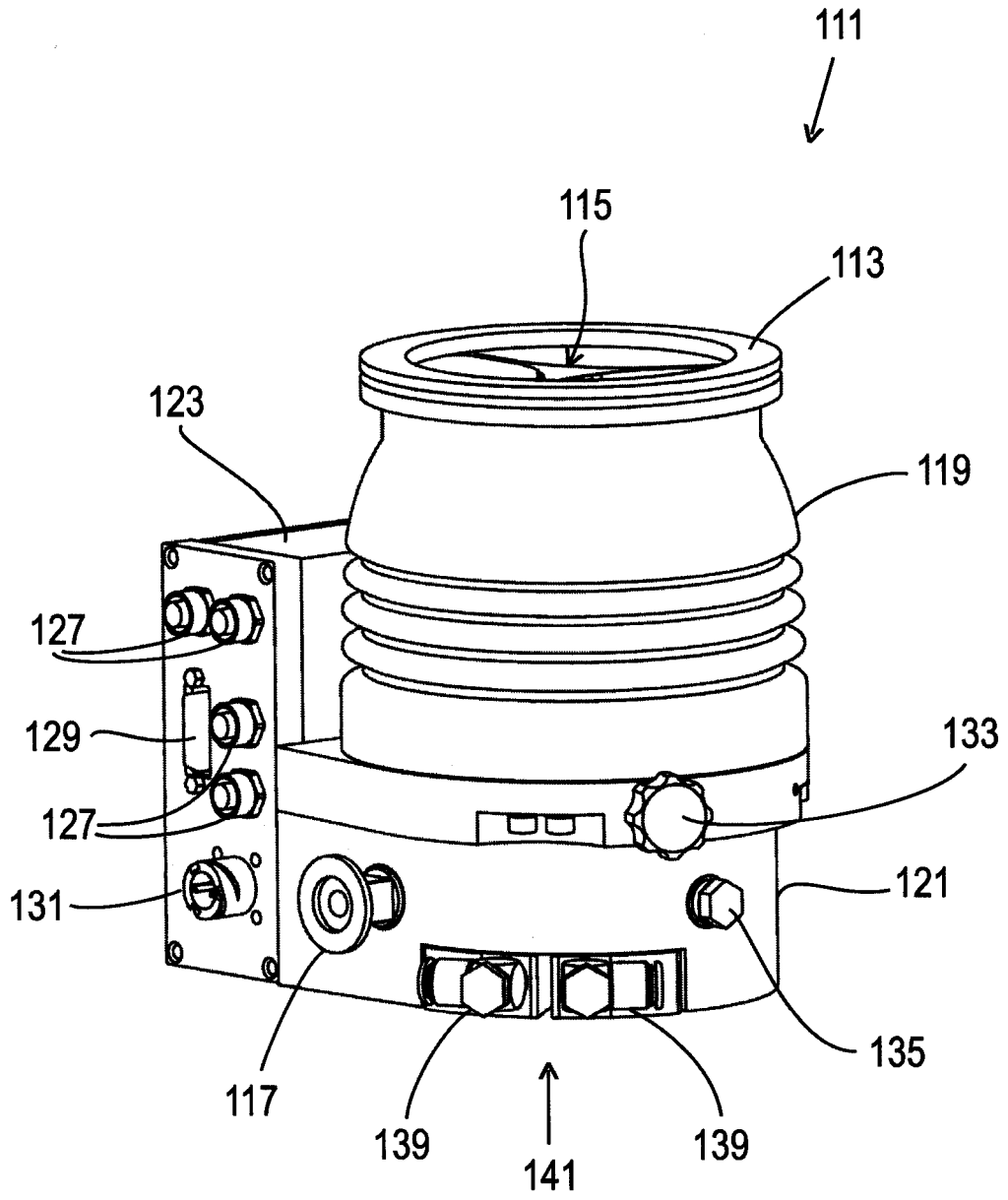


Fig. 1

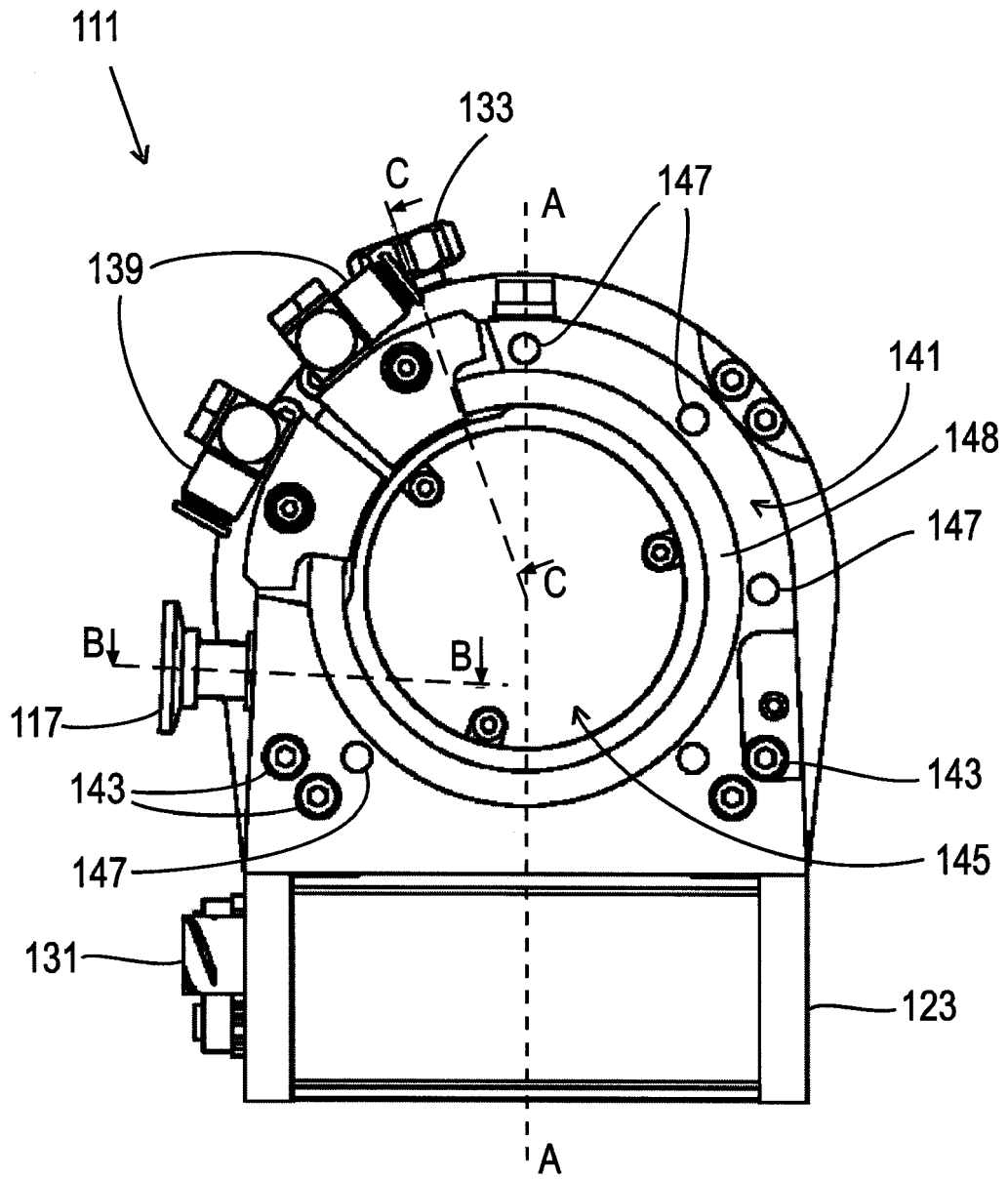


Fig. 2

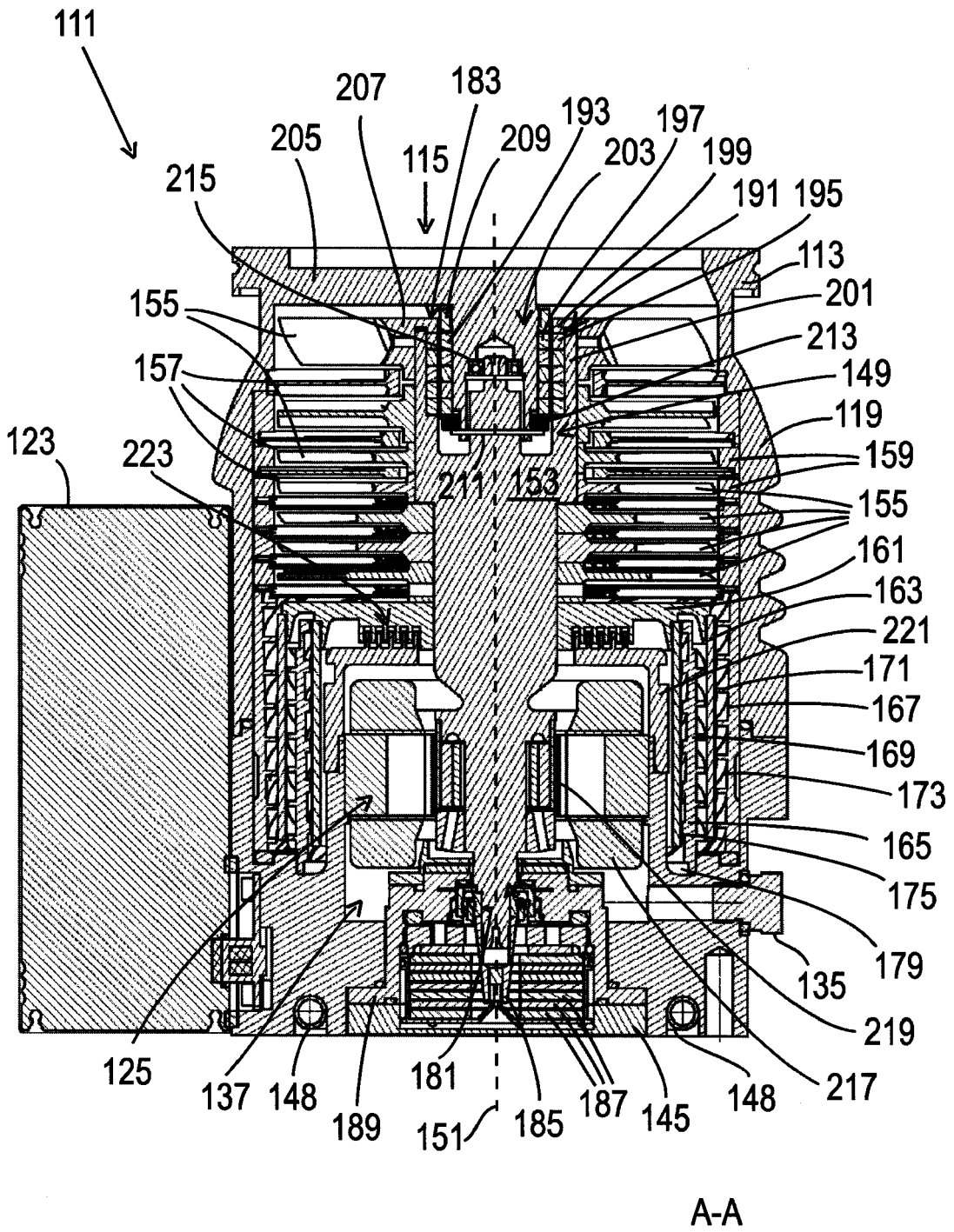


Fig. 3

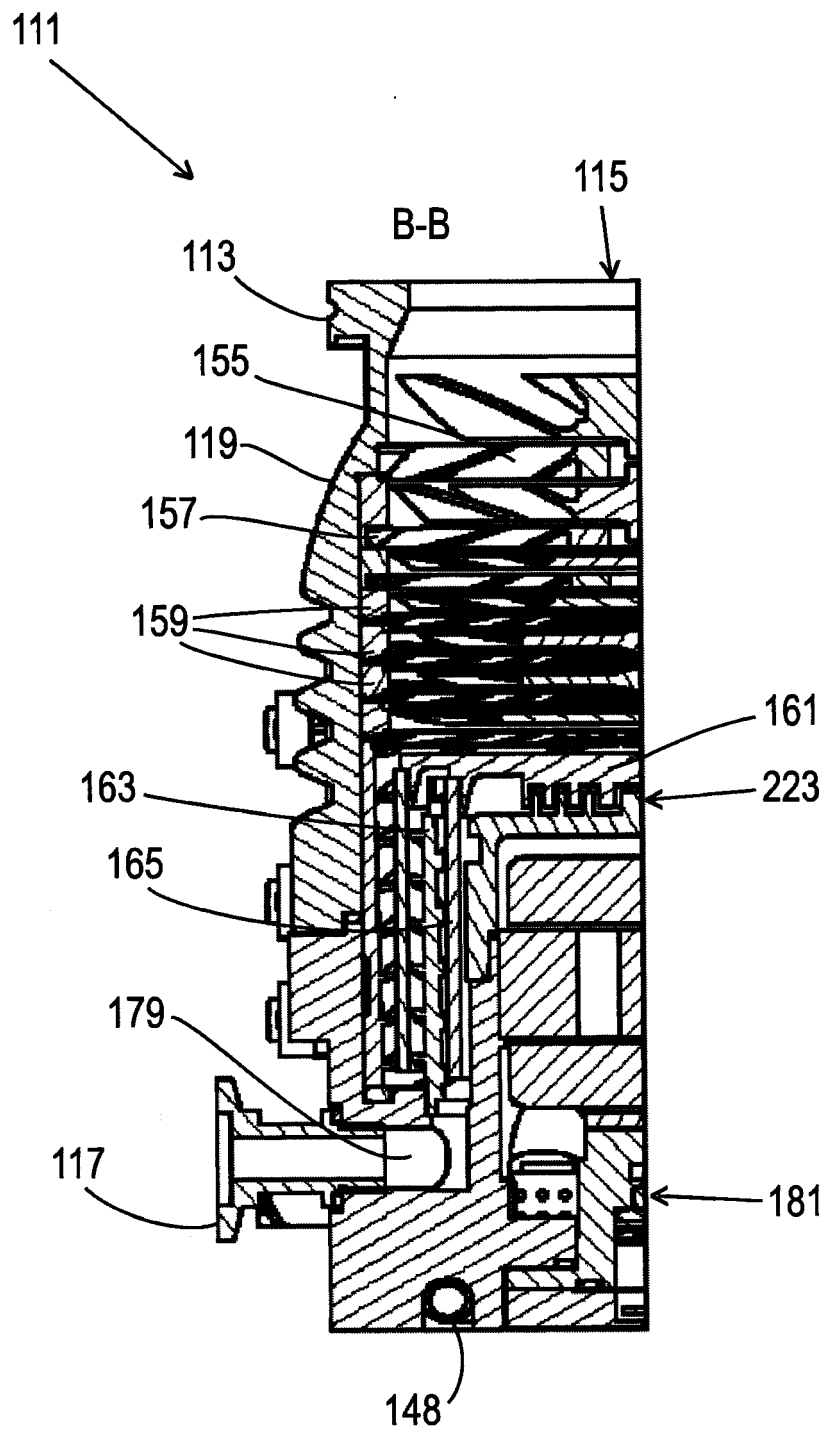


Fig. 4

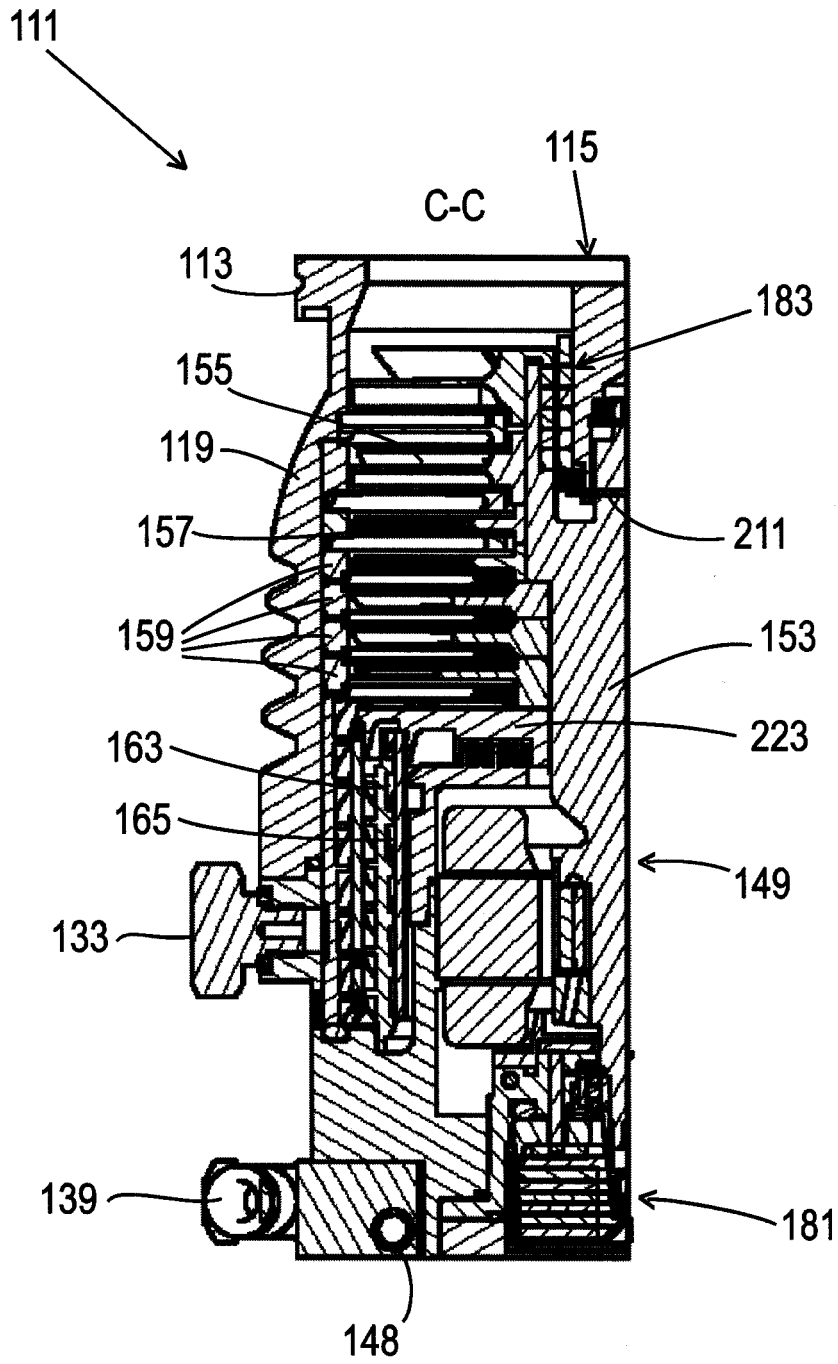


Fig. 5

Fig. 6

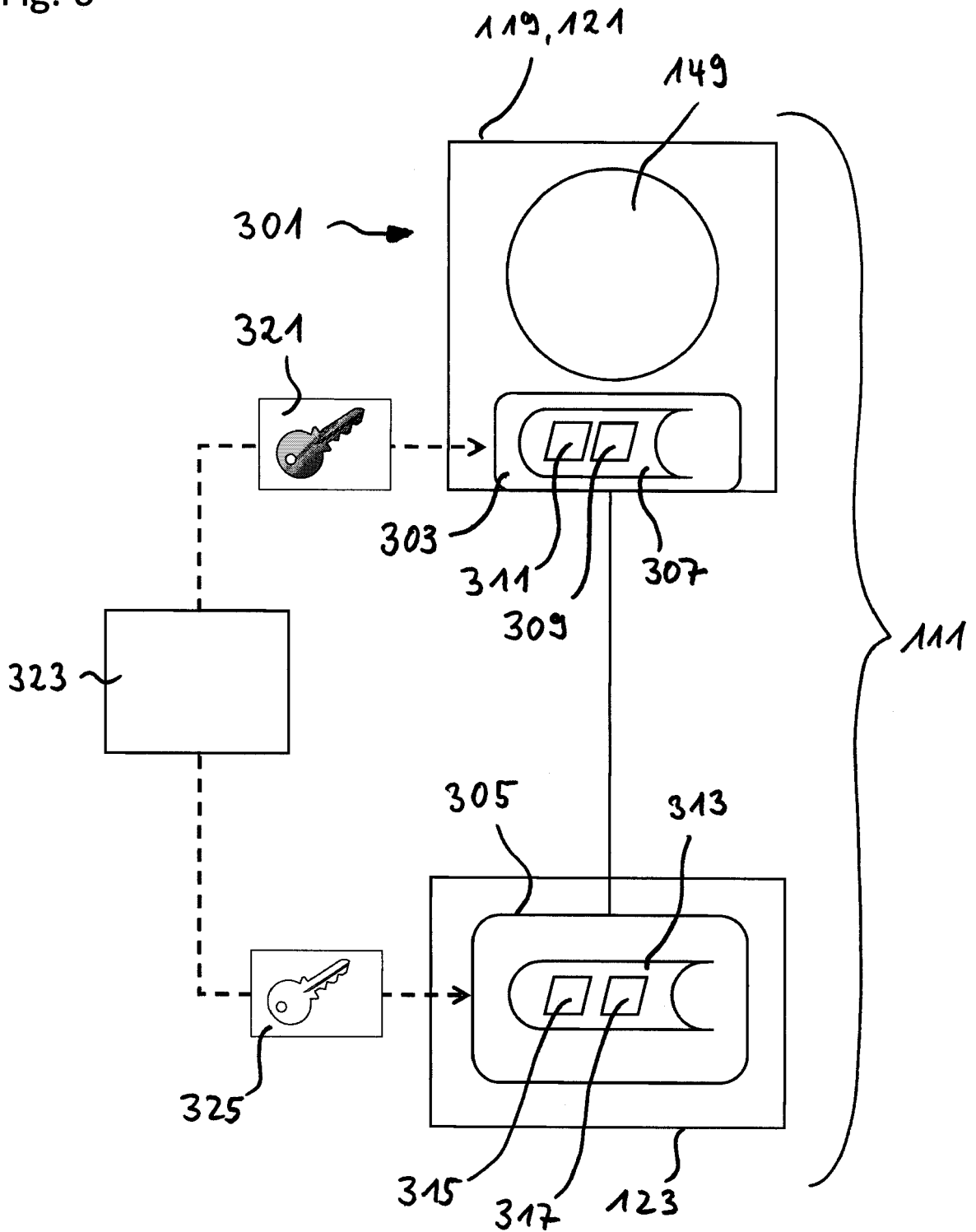
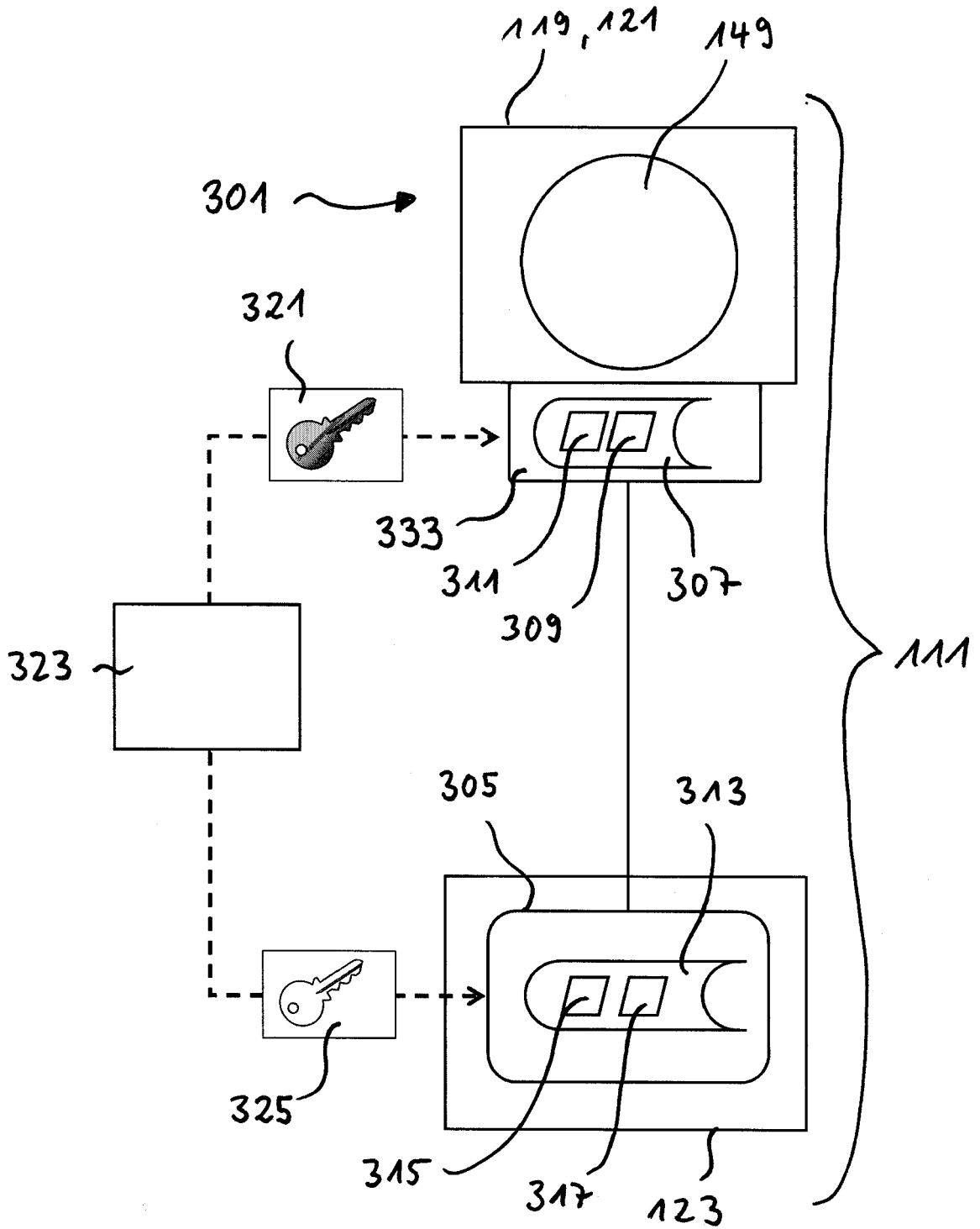


Fig. 7





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 19 19 0282

5

10

15

20

25

30

35

40

45

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE  |  |   |                                    |
|---|--|---|------------------------------------|
| Kategorie   | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile    | Betrifft Anspruch   | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X   | EP 1 767 790 A2 (PFEIFFER VACUUM GMBH [DE]) 28. März 2007 (2007-03-28)                 | 1,4,6-8   | INV.<br>F04D19/04<br>F04D27/00     |
| Y   | * Zusammenfassung *<br>* Absatz [0014] - Absatz [0024] *<br>* Abbildungen *            | 2,3,5,<br>9-15  |                                    |
|   | -----  |   |                                    |
| X   | DE 10 2008 019451 A1 (OERLIKON LEYBOLD VACUUM GMBH [DE]) 22. Oktober 2009 (2009-10-22) | 1,4,6-8   |                                    |
| Y   | * Zusammenfassung *<br>* Absatz [0012] - Absatz [0022] *<br>* Abbildung 1 *            | 2,3,5,<br>9-15  |                                    |
|   | -----  |   |                                    |
| X   | EP 2 469 096 A1 (EDWARDS JAPAN LTD [JP]) 27. Juni 2012 (2012-06-27)                    | 1,4,6-8   |                                    |
| Y   | * Zusammenfassung *<br>* Absatz [0002] - Absatz [0053] *<br>* Abbildungen *            | 2,3,5,<br>9-15  |                                    |
|   | -----  |   |                                    |
| X   | JP 2008 196463 A (EBARA CORP) 28. August 2008 (2008-08-28)                             | 1,4,6-8   | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
| Y   | * Zusammenfassung *<br>* Abbildung 9 *   | 2,3,5,<br>9-15  | F04D                               |
|   | -----  |   |                                    |
| Y   | DE 101 23 169 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 14. November 2002 (2002-11-14)               | 2,3,5,<br>9-15  |                                    |
| A   | * Zusammenfassung *<br>* Absatz [0001] - Absatz [0068] *<br>* Abbildungen *            | 1,4,6-8   |                                    |
|   | -----  |   |                                    |
| Y   | US 2017/171178 A1 (REYNDERS TIM [US]) 15. Juni 2017 (2017-06-15)                       | 2,3,5,<br>9-15  |                                    |
| A   | * Zusammenfassung *<br>* Anspruch 6 *<br>* Abbildung 37 *                              | 1,8   |                                    |
|   | -----  |   |                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt   |  |   |                                    |
| Recherchenort<br><b>Den Haag</b>  |  | Abschlußdatum der Recherche<br><b>5. Februar 2020</b>   | Prüfer<br><b>Kolby, Lars</b>       |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |  | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                    |

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

50

55

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 19 0282

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-02-2020

| 10 | Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie  | Datum der<br>Veröffentlichung  |
|----|--|-------------------------------|--|--|
| 15 | EP 1767790 A2                                      | 28-03-2007                    | DE 102005045283 A1<br>EP 1767790 A2<br>EP 3318764 A1<br>JP 2007085337 A<br>US 2007065294 A1  | 29-03-2007<br>28-03-2007<br>09-05-2018<br>05-04-2007<br>22-03-2007                             |
| 20 | DE 102008019451 A1                                 | 22-10-2009                    | DE 102008019451 A1<br>EP 2268924 A1<br>JP 5329642 B2<br>JP 2011516792 A<br>TW 200944659 A<br>WO 2009127483 A1                      | 22-10-2009<br>05-01-2011<br>30-10-2013<br>26-05-2011<br>01-11-2009<br>22-10-2009               |
| 25 | EP 2469096 A1                                      | 27-06-2012                    | CN 102472288 A<br>EP 2469096 A1<br>JP 5782378 B2<br>JP WO2011021428 A1<br>KR 20120054564 A<br>US 2012143390 A1<br>WO 2011021428 A1 | 23-05-2012<br>27-06-2012<br>24-09-2015<br>17-01-2013<br>30-05-2012<br>07-06-2012<br>24-02-2011 |
| 30 | JP 2008196463 A                                    | 28-08-2008                    | JP 5065703 B2<br>JP 2008196463 A   | 07-11-2012<br>28-08-2008   |
| 35 | DE 10123169 A1                                     | 14-11-2002                    | DE 10123169 A1<br>JP 2002373116 A<br>US 2002194479 A1  | 14-11-2002<br>26-12-2002<br>19-12-2002   |
| 40 | US 2017171178 A1                                   | 15-06-2017                    | KEINE  |  |
| 45 |  |                               |  |  |
| 50 |  |                               |  |  |
| 55 |  |                               |  |  |

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82